

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-328209

(43)Date of publication of application : 15.11.2002

(51)Int.Cl.

G02B 5/02

G02B 5/08

G02F 1/1335

(21)Application number : 2001-129354

(71)Applicant : NIPPON SHEET GLASS CO LTD

(22)Date of filing : 26.04.2001

(72)Inventor : NAGATA HIDESHI

ASAI TAKAHIRO

(54) LIGHT SCATTERING REFLECTIVE PLATE AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a light scattering reflective plate which gives good scattering characteristics while suppressing diffraction and to provide a method for manufacturing the same.

SOLUTION: As a basic form, a projection and recess pattern having a parabolic cross section is adopted, and projections and recesses having various sizes and similar shapes compared with the basic form are provided so that they are randomly distributed.

Alternatively, a projection and recess pattern having a cross section of the form of trigonometric functions is adopted, and projections and recesses having only their widths (diameters) varied compared with the basic form are disposed randomly. The distribution of the widths

follows the normal distribution having the width of the projections and recesses as the means value, and the standard deviation is adjusted to be about 0.2. Moreover, in the embodiment adopting the cross sections of the form of the trigonometric functions, a pattern in which only the height is changed while keeping the width of the projections and recesses constant, a pattern in which the width and height is varied while keeping the product of the width and height constant, or a pattern in which the combinations of the width and height are variously

		△波長		二角関数	
H/W					
ばらつき無し					
回折の発生	No1	有り	No7	有り	
基本形					
散乱角		31		27	
平均反射率		2.9		3.6	
位相不均一性(%)	No2	3.5	No5	5.6	
回折の発生		無し		無し	
標準偏差=0.2 (高さとの間隔: πのみ変動)					
散乱角		29		27	
平均反射率		3.0		3.3	
位相不均一性(%)	No3	17.7	No9	14.8	
回折の発生		無し		無し	
標準偏差=0.7 (高さとの間隔: 高さのみ変動)					
散乱角		32		29	
平均反射率		2.7		3.0	
位相不均一性(%)	No4	15.1	No10	15.9	
回折の発生		無し		無し	
標準偏差=0.2 (高さとの間隔: 高さ11倍、π/11倍変動)					
散乱角		31		29	
平均反射率		2.8		3.0	
位相不均一性(%)	No6	40.0	No11	29.0	
回折の発生		無し		無し	
標準偏差=0.2 (高さとの間隔: 高さとの無関係に変動)					
散乱角		30		28	
平均反射率		2.9		3.1	
位相不均一性(%)	No8	26.3	No12	19.3	
回折の発生		無し		無し	

changed may be used.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.04.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 18.07.2006

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-328209

(P2002-328209A)

(43) 公開日 平成14年11月15日 (2002. 11. 15)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト [*] (参考)
G 0 2 B	5/02	G 0 2 B	5/02 C 2 H 0 4 2
	5/08		5/08 B 2 H 0 9 1
G 0 2 F	1/1335	G 0 2 F	1/1335 5 2 0

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2001-129354(P2001-129354)

(22) 出願日 平成13年4月26日 (2001. 4. 26)

(71) 出願人 000004008

日本板硝子株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目7番28号

(72) 発明者 永田 秀史

大阪府大阪市中央区北浜4丁目7番28号

日本板硝子株式会社内

(72) 発明者 浅井 貴弘

大阪府大阪市中央区北浜4丁目7番28号

日本板硝子株式会社内

(74) 代理人 100081880

弁理士 渡部 敏彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光散乱反射基板及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 回折を抑制しつつ良好な散乱特性を得ることができる光散乱反射基板及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 凹凸の断面形状を放物線形状に形成したものを基本形状とし、基本形状からみて大小各種大きさの相似形の凹凸が混在するようにばらつかせる。あるいは、凹凸の断面形状を三角関数形状に形成したものを基本形状とし、且つ基本形状からみて幅（径）のみを種々変化した凹凸が混在するようにばらつかせ、凹凸の幅の分布が、基本形状の凹凸の幅を平均値とする正規分布に従うようする。標準偏差は0.2程度とする。その他、三角関数形状では、凹凸の幅を一定にして高さのみを種々変化する態様、幅及び高さの積を一定にして幅及び高さを種々変化する態様、または幅及び高さの組み合わせを種々変化する態様を採用してもよい。

	放物線	三角関数
H/W		
ばらつき係数		
回折の発生	No1 有り	No7 有り
凸形状		
散乱角	31	27
平均反射強度	2.9	3.6
強度不均一性(%)	No2 3.5	No8 56.6
回折の発生	無し	無し
標準偏差=0.2 (高さと同程度：幅のみ変動)		
散乱角	29	27
平均反射強度	3.0	3.3
強度不均一性(%)	No3 17.7	No9 14.8
回折の発生	無し	無し
標準偏差=0.2 (高さと同程度：高さのみ変動)		
散乱角	32	29
平均反射強度	2.7	3.0
強度不均一性(%)	No4 15.1	No10 16.9
回折の発生	無し	無し
標準偏差=0.2 (高さと同程度：高さ0.5倍、幅1.5倍 変動)		
散乱角	31	29
平均反射強度	2.8	3.0
強度不均一性(%)	No5 43.0	No11 29.0
回折の発生	無し	無し
標準偏差=0.2 (高さと同程度：高さと同程度に変動)		
散乱角	30	28
平均反射強度	2.9	3.1
強度不均一性(%)	No6 25.3	No12 19.3
回折の発生	無し	無し

(2)

特開2002-328209

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の凹凸が形成された面を有する光散乱反射基板であって、前記複数の各凹凸の断面形状を放物線形状に形成すると共に、

前記複数の凹凸に、大きさが種々異なる相似形の凹凸が含まれるように構成したことを特徴とする光散乱反射基板。

【請求項2】 複数の凹凸が形成された面を有する光散乱反射基板であって、前記複数の各凹凸の断面形状を三角関数形状に形成すると共に、

前記複数の凹凸に、高さが略同一で幅が種々異なる凹凸が含まれるように構成したことを特徴とする光散乱反射基板。

【請求項3】 前記複数の凹凸の幅の分布は、基準となる凹凸の幅を平均値とする正規分布に従っていることを特徴とする請求項2記載の光散乱反射基板。

【請求項4】 複数の凹凸が形成された面を有する光散乱反射基板であって、前記複数の各凹凸の断面形状を三角関数形状に形成すると共に、

前記複数の凹凸に、幅が略同一で高さが種々異なる凹凸が含まれるように構成したことを特徴とする光散乱反射基板。

【請求項5】 前記複数の凹凸の高さの分布は、基準となる凹凸の高さを平均値とする正規分布に従っていることを特徴とする請求項4記載の光散乱反射基板。

【請求項6】 複数の凹凸が形成された面を有する光散乱反射基板であって、前記複数の各凹凸の断面形状を三角関数形状に形成すると共に、

前記複数の凹凸に、高さ及び幅が種々異なる凹凸が含まれ、且つ個々の凹凸の高さと幅との積が前記複数の凹凸間で略等しくなるように構成したことを特徴とする光散乱反射基板。

【請求項7】 前記複数の凹凸の高さと幅の積の分布は、基準となる凹凸の高さと幅の積を平均値とする正規分布に従っていることを特徴とする請求項6記載の光散乱反射基板。

【請求項8】 複数の凹凸が形成された面を有する光散乱反射基板であって、前記複数の各凹凸の断面形状を三角関数形状に形成すると共に、

前記複数の凹凸に、高さ及び幅の組み合わせが種々異なる凹凸が含まれるように構成したことを特徴とする光散乱反射基板。

【請求項9】 前記複数の凹凸の高さの分布及び幅の分布はいずれも、基準となる凹凸の高さ及び幅をそれぞれ平均値とする正規分布に従っていることを特徴とする請

2

求項8記載の光散乱反射基板。

【請求項10】 複数の凹凸が形成された面を有する光散乱反射基板の製造方法であって、前記複数の各凹凸の断面形状を放物線形状に形成すると共に、

前記複数の凹凸に、大きさが種々異なる相似形の凹凸が含まれるようにすることを特徴とする光散乱反射基板の製造方法。

【請求項11】 複数の凹凸が形成された面を有する光散乱反射基板の製造方法であって、前記複数の各凹凸の断面形状を三角関数形状に形成すると共に、

前記複数の凹凸に、高さが略同一で幅が種々異なる凹凸が含まれるように構成することを特徴とする光散乱反射基板の製造方法。

【請求項12】 複数の凹凸が形成された面を有する光散乱反射基板の製造方法であって、前記複数の各凹凸の断面形状を三角関数形状に形成すると共に、

前記複数の凹凸に、幅が略同一で高さが種々異なる凹凸が含まれるように構成することを特徴とする光散乱反射基板の製造方法。

【請求項13】 複数の凹凸が形成された面を有する光散乱反射基板の製造方法であって、前記複数の各凹凸の断面形状を三角関数形状に形成すると共に、

前記複数の凹凸に、高さ及び幅が種々異なる凹凸が含まれ、且つ個々の凹凸の高さと幅との積が前記複数の凹凸間で略等しくなるように構成することを特徴とする光散乱反射基板の製造方法。

【請求項14】 複数の凹凸が形成された面を有する光散乱反射基板の製造方法であって、前記複数の各凹凸の断面形状を三角関数形状に形成すると共に、

前記複数の凹凸に、高さ及び幅の組み合わせが種々異なる凹凸が含まれるように構成することを特徴とする光散乱反射基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光散乱反射基板及びその製造方法に関し、特に反射型液晶表示装置、反射・透過併用型液晶表示装置、若しくは投影型ディスプレイ用透過スクリーン等に好適に用いられる光散乱反射基板及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、液晶表示装置（以下「LCD」という。）は、消費電力が少なく、且つ軽量化が容易であるという利点を有するので、LCDのモバイル表示機器等の表示手段としての利用が急速に拡大している。このようなLCDとしては、モバイル表示機器等が内部に備

(3)

特開2002-328209

3

えるバックライトの光を利用する透過型LCD、自然光や室内光（以下、まとめて「外光」という。）の反射光を利用する反射型LCD、及び外光の光量が大いときは外光の反射光を利用し、外光の光量が小さいときはバックライトの光を利用する反射・透過併用型（以下「半透過型」という。）LCDが知られている。これらのLCDのうち、透過型LCDではバックライトの消費電力が大いことから、最近では、モバイル表示機器の表示手段として反射型LCDや半透過型LCDの利用が拡大している。

【0003】これら反射型LCDや半透過型LCDには、光散乱反射基板が用いられている。この光散乱反射基板の機能として求められるものには、まず、光の反射における「良好な散乱特性（または反射特性）」がある。すなわち、視線方向の明るさを向上させるべく、正反射方向から所定角度内の特定の範囲に散乱光が集中し、しかもその範囲内では散乱光の強度が均一であること（均一性）が要求される。

【0004】「散乱特性」を良好にするため第1の従来技術（特開平11-326615号公報）では、傾斜角度分布を、傾斜角度の増大とともに存在比率を増加させることにより、視野全体に亘り反射光強度を得るようにしている。また、第2の従来技術（特開2000-258615号公報）では、基板を加熱処理することにより凹凸形状を平滑化することで、フォトリソグラフィ法でのパターンニングより工程を単純化し低コストで散乱反射基板を作成するようにしている。

【0005】しかし光の散乱範囲や散乱光の強度均一性が良好であっても、反射面の凹凸形状等の規則性に起因して「回折」が発生する場合がある。「回折」が発生すると、虹のように見える着色やざらつき等が生じ、実用に耐えない。従って、光散乱反射基板の機能としてさらに、「回折が発生しないこと」が要求される。

【0006】「回折」を抑制するため第3の従来技術（特開平10-253977号公報）では、スペckルパターンを利用して散乱板の凹凸パターンとしてランダムな形状を得るようにしている。また、第4の従来技術（特開2001-13495号公報）では、主面上にランダムに並べた凸状配列群を形成するようにしている。さらに、第5の従来技術（特開平11-295750号公報）では、光の散乱の際の指向性の強弱が異なる2種類以上の領域を形成し、散乱特性を向上させるようにしている。

【0007】すなわち、上記第1、第2の従来技術では、散乱特性を最適にする凹凸形状等に注目する一方、第3～第5の従来技術では、回折の抑制に注目し、凹凸形状等をばらつかせるようにしている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の技術は、「散乱特性の向上」や「回折の抑制」のた

4

めの工夫を個々に行っているが、両者の具体的な関連を考慮していないため、真に良好な散乱特性を得るには十分ではなかった。すなわち、散乱特性を最適にする凹凸形状等を見出したとしても、その凹凸形状等をばらつかせることで散乱特性が悪化する方向に作用するため、回折防止のために散乱特性が多少犠牲になる傾向があった。

【0009】従って、真に散乱特性を最適にする理想的な凹凸形状等は、形状単独で考察されるべきではなく、「回折の抑制」をも考慮した上で検討されるのが好ましい。すなわち、散乱板の製造に関しては、「凹凸単体の形状」と「凹凸形状のばらつき方」の双方の要素を同時に検討して反射面を設計することが重要であり、よって、散乱特性を一層向上させる上で改善の余地があると考えられた。

【0010】本発明は上記従来技術の問題を解決するためになされたものであり、その目的は、回折を抑制しつつ良好な散乱特性を得ることができると光散乱反射基板及びその製造方法を提供することにある。

20 【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明の請求項1の光散乱反射基板は、複数の凹凸が形成された面を有する光散乱反射基板であって、前記複数の凹凸の断面形状を放物線形状に形成すると共に、前記複数の凹凸に、大きさが種々異なる相似形の凹凸が含まれるように構成したことを特徴とする。

【0012】この構成によれば、複数の凹凸の断面形状を放物線形状に形成したので、最も適切な散乱特性を實現することができる。しかも、複数の凹凸に、大きさが種々異なる相似形の凹凸が含まれるように構成したので、回折光の発生を防止することができる。個々の凹凸は互いに相似形であるので、いずれも同様の散乱特性を維持し、適切な散乱特性が犠牲になることがない。よって、回折を抑制しつつ良好な散乱特性を得ることができる。

【0013】同じ目的を達成するために本発明の請求項2の光散乱反射基板は、複数の凹凸が形成された面を有する光散乱反射基板であって、前記複数の凹凸の断面形状を三角関数形状に形成すると共に、前記複数の凹凸に、高さが略同一で幅が種々異なる凹凸が含まれるように構成したことを特徴とする。

【0014】この構成によれば、各凹凸の断面形状を三角関数形状に形成したので、それ自体では比較的良好な散乱特性を實現することができる。しかし、複数の凹凸に、高さが略同一で幅が種々異なる凹凸が含まれるように構成したので、回折光の発生を防止することができ、その際、散乱強度の均一性が犠牲になることはなくむしろ高まる。よって、回折を抑制しつつ良好な散乱特性を得ることができる。

【0015】また、請求項3の光散乱反射基板は、上記

50

(4)

特開2002-328209

5

請求項2記載の構成において、前記複数の凹凸の幅の分布は、基準となる凹凸の幅を平均値とする正規分布に従っていることを特徴とする。

【0016】この構成により、基準となる凹凸の全凹凸に占める割合を多くして、全体として理想形から遠ざかることのないようにし、基準となる凹凸における散乱強度の均一性を維持しつつ回折を抑制することができる。

【0017】同じ目的を達成するために本発明の請求項4の光散乱反射基板は、複数の凹凸が形成された面を有する光散乱反射基板であって、前記複数の各凹凸の断面形状を三角関数形状に形成すると共に、前記複数の凹凸に、幅が略同一で高さが種々異なる凹凸が含まれるように構成したことを特徴とする。

【0018】この構成によれば、各凹凸の断面形状を三角関数形状に形成したので、それ自体では比較的良好な散乱特性を表現することができる。しかし、複数の凹凸に、幅が略同一で高さが種々異なる凹凸が含まれるように構成したので、回折光の発生を防止することができ、その際、散乱強度の均一性が犠牲になることはなくむしろ高まる。よって、回折を抑制しつつ良好な散乱特性を得ることができる。

【0019】また、請求項5の光散乱反射基板は、上記請求項4記載の構成において、前記複数の凹凸の高さの分布は、基準となる凹凸の高さを平均値とする正規分布に従っていることを特徴とする。

【0020】この構成により、基準となる凹凸の全凹凸に占める割合を多くして、全体として理想形から遠ざかることのないようにし、基準となる凹凸における散乱強度の均一性を維持しつつ回折を抑制することができる。

【0021】同じ目的を達成するために本発明の請求項6の光散乱反射基板は、複数の凹凸が形成された面を有する光散乱反射基板であって、前記複数の各凹凸の断面形状を三角関数形状に形成すると共に、前記複数の凹凸に、高さ及び幅が種々異なる凹凸が含まれ、且つ個々の凹凸の高さと幅との積が前記複数の凹凸間で略等しくなるように構成したことを特徴とする。

【0022】この構成によれば、各凹凸の断面形状を三角関数形状に形成したので、それ自体では比較的良好な散乱特性を表現することができる。しかし、複数の凹凸に、高さ及び幅が種々異なる凹凸が含まれ、且つ個々の凹凸の高さと幅との積が前記複数の凹凸間で略等しくなるように構成したので、回折光の発生を防止することができ、その際、散乱強度の均一性が犠牲になることはなくむしろ高まる。よって、回折を抑制しつつ良好な散乱特性を得ることができる。

【0023】また、請求項7の光散乱反射基板は、上記請求項6記載の構成において、前記複数の凹凸の高さと幅の積の分布は、基準となる凹凸の高さと幅の積を平均値とする正規分布に従っていることを特徴とする。

【0024】この構成により、基準となる凹凸の全凹凸

6

に占める割合を多くして、全体として理想形から遠ざかることのないようにし、基準となる凹凸における散乱強度の均一性を維持しつつ回折を抑制することができる。

【0025】同じ目的を達成するために本発明の請求項8の光散乱反射基板は、複数の凹凸が形成された面を有する光散乱反射基板であって、前記複数の各凹凸の断面形状を三角関数形状に形成すると共に、前記複数の凹凸に、高さ及び幅の組み合わせが種々異なる凹凸が含まれるように構成したことを特徴とする。

【0026】この構成によれば、各凹凸の断面形状を三角関数形状に形成したので、それ自体では比較的良好な散乱特性を表現することができる。しかし、複数の凹凸に、高さ及び幅の組み合わせが種々異なる凹凸が含まれるように構成したので、回折光の発生を防止することができ、その際、散乱強度の均一性が犠牲になることはなくむしろ高まる。よって、回折を抑制しつつ良好な散乱特性を得ることができる。

【0027】また、請求項9の光散乱反射基板は、上記請求項8記載の構成において、前記複数の凹凸の高さの分布及び幅の分布はいずれも、基準となる凹凸の高さ及び幅をそれぞれ平均値とする正規分布に従っていることを特徴とする。

【0028】この構成により、基準となる凹凸の全凹凸に占める割合を多くして、全体として理想形から遠ざかることのないようにし、基準となる凹凸における散乱強度の均一性を維持しつつ回折を抑制することができる。

【0029】同じ目的を達成するために本発明の請求項10の光散乱反射基板の製造方法は、複数の凹凸が形成された面を有する光散乱反射基板の製造方法であって、前記複数の各凹凸の断面形状を放物線形状に形成すると共に、前記複数の凹凸に、大きさが種々異なる相似形の凹凸が含まれるようにすることを特徴とする。

【0030】この構成によれば、請求項1と同様の作用効果を奏する。

【0031】同じ目的を達成するために本発明の請求項11の光散乱反射基板の製造方法は、複数の凹凸が形成された面を有する光散乱反射基板の製造方法であって、前記複数の各凹凸の断面形状を三角関数形状に形成すると共に、前記複数の凹凸に、高さが略同一で幅が種々異なる凹凸が含まれるように構成することを特徴とする。

【0032】この構成によれば、請求項2と同様の作用効果を奏する。

【0033】同じ目的を達成するために本発明の請求項12の光散乱反射基板の製造方法は、複数の凹凸が形成された面を有する光散乱反射基板の製造方法であって、前記複数の各凹凸の断面形状を三角関数形状に形成すると共に、前記複数の凹凸に、幅が略同一で高さが種々異なる凹凸が含まれるように構成することを特徴とする。

【0034】この構成によれば、請求項4と同様の作用効果を奏する。

(5)

特開2002-328209

7

【0035】同じ目的を達成するために本発明の請求項13の光散乱反射基板の製造方法は、複数の凹凸が形成された面を有する光散乱反射基板の製造方法であって、前記複数の各凹凸の断面形状を三角関数形状に形成すると共に、前記複数の凹凸に、高さ及び幅が種々異なる凹凸が含まれ、且つ個々の凹凸の高さと幅との積が前記複数の凹凸間で略等しくなるように構成することを特徴とする。

【0036】この構成によれば、請求項6と同様の作用効果を奏する。

【0037】同じ目的を達成するために本発明の請求項14の光散乱反射基板の製造方法は、複数の凹凸が形成された面を有する光散乱反射基板の製造方法であって、前記複数の各凹凸の断面形状を三角関数形状に形成すると共に、前記複数の凹凸に、高さ及び幅の組み合わせが種々異なる凹凸が含まれるように構成することを特徴とする。

【0038】この構成によれば、請求項8と同様の作用効果を奏する。

【0039】なお、請求項3、5、7、9において、正規分布における標準偏差は0.2程度が望ましい。これは、普遍となる凹凸の散乱特性を全体として維持して、全体として理想形から遠ざかり過ぎないようにするためである。

【0040】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0041】本発明者らは、内付け散乱反射板方式反射型LCD等に好適な光散乱反射基板の反射板表面（反射面）における理想的な散乱特性（反射特性）を得るために検討を行った結果、反射板表面に多数設けられる凹凸の断面形状とそのばらつき方に関する理論を確立し、それに基づき本発明を完成させた。

【0042】詳細は後述するように、本発明の第1の実施の形態では、凹凸単体の形状を放物線形状とすることとし、凹凸形状のばらつき方に関しては、凹凸単体の相似形のものより成るものとする。

【0043】本発明の第2の実施の形態では、凹凸単体の形状を三角関数形状とし、凹凸形状のばらつき方に関しては、凹凸単体の形状を変形させ、種々の傾斜角度分布のものを組み合わせる（例えば、凹凸の高さを一定としたまま凹凸の幅（径）のみをばらつかせる）ようにした。ばらつきの範囲に関しては、凹凸の幅（及び/又は高さ）の分布が標準偏差は0.2の正規分布に従うようなばらつき方とするものが望ましい。

【0044】上記設計に従って反射板表面を形成することにより、散乱特性に優れた光散乱反射基板を得ることが可能となった。

【0045】以下に本発明の作用について説明する。

【0046】図1は、傾斜角度と入射光の反射との関係

8

を示す図である。同図は、モデルとなるある凸形状（高さH、幅（径）B）の断面を示している。同図に示す θ_A は、点Pにおける傾斜角度である。

【0047】凹凸に対して垂直に入射する光線を考えてみると、光線が入射した位置での凹凸の傾斜角度に応じた方向に光線は反射する。凹凸形状による光の散乱は、多数の光線が凹凸より成る各種傾斜角度、つまり傾斜角度分布に応じて、種々の方向へ光線が広がることにより発生する。従って、散乱板に望まれる光の散乱の均一性を得るには、所望の範囲内において凹凸断面の傾斜角度分布が均一であること、言い換えれば、所望の範囲内において傾斜角度の存在比率が一定であればよいことは明らかである。

【0048】この点を前提とし、まず、第1の実施の形態に係る反射基板の凹凸の基本形状を導く。

【0049】理論上、光をあらゆる方向に均一に散乱させるには、軸対称の形状であることが必要である。軸対称を前提として、次に、凹凸の断面形状を決める必要がある。軸対称を前提とした凹凸形状に関して、散乱特性が最も均一となる断面形状を検討してみると、下記数式（1）で表される放物線形状が特定された。

【0050】

【数1】 $y = a \times (1 - x^2)$

ここでyは凹凸の高さ、xは幅方向における凹凸の中心からの距離であり、0～1の範囲である。aは係数である。散乱特性を均一にする上で、この放物線形状が最も理想的な形状であることが理論上導かれる。なぜなら、傾斜角度は、断面形状の導関数にて表されるが、形状を表す関数の導関数（上記数式1では $y' = -2ax$ ）が線形となるのは、放物線形状のみだからである。

【0051】図2に、放物線形状の例（以下、「放物線形状①」と称する）及びその導関数を図示する。同図（a）では1つの凸部の右半分を示しており、 $x=0$ の位置が凸部の中心である。同図では、 $a=1$ の例を示す。従って、同図（a）では形状関数 $y = 1 - x^2$ ；

（ $x=0 \sim 1$ ）を示し、同図（b）ではその導関数 $y' = -2x$ ；（ $x=0 \sim 1$ ）を示す。

【0052】形状関数の導関数が表すものは、幅の各位置における傾斜角度であり、傾斜角度が幅の位置に対して線形に変化するという事は、その範囲においては傾斜角度分布が均一であることを表している。なお、導関数 y' が負の値となるのは、中心から外周（x軸方向）に向かって傾斜角度が負であるためである。

【0053】このように、凹凸単体で検討した場合、放物線形状が望ましいことが判明した。しかしながら、この形状と同一の大きさの凹凸形状を揃えただけでは、凹凸の並び方に規則性、つまり周期性が生じてしまう。この凹凸の並びの周期性が存在すると、回折光が発生するため、凹凸形状に何らかのばらつきを持たせる必要がある。

【0054】本第1の実施の形態では、凹凸形状のばらつかせ方に関しては、放物線形状の特性を保持する必要から、相似形にてばらつかせることとした。すなわち、大小各種大きさの凹凸を混在させるが、それぞれは互いに相似（合同を含む）となるようにした。

【0055】次に、第2の実施の形態に係る反射基板の凹凸の基本形状を導く。

【0056】理想的な凹凸断面形状が放物線形状であることは前述の通りである。逆に言えば、放物線形状以外では、傾斜角度分布に偏りが発生することになり、それ自体では最適とはいえない。しかしながら、コスト面や技術面より、精密な放物線形状を得ることは困難であり、傾斜角度分布にある程度偏りが存在する場合が多い。そこで、傾斜角度分布が均一である凹凸形状からずれた形状の中でも、最大角度付近（傾斜角度 θA が最大となる領域近傍）での傾斜角度分布が大きくなるような形状は許容されるものとして検討を加えた。

【0057】つまり、均一な傾斜角度分布からずれたものであっても、傾斜角度 θA が0に近い、すなわち低い角度側の分布が多くなることは、凹凸形状がフラットなものに近づくことになり、望ましくないものといえる。従って、傾斜角度分布が均一である凹凸形状からのずれを有しているとしても、最大角度付近での傾斜角度分布が大きくなるようなものは許容され得るとして、後述するような形状のばらつき態様の検討をした。

【0058】このような形状の1つとして、下記数式(2)で表される三角関数形状が挙げられる。

【0059】

【数2】 $y = a \times \cos(x)$

図3に、三角関数形状の例（以下、「三角関数形状①」と称する）及びその導関数を図示する。同図(a)では1つの凸部の右半分を示しており、 $x=0$ の位置が凸部の中心である。同図では、 $a=1$ の例を示す。従って、同図(a)では形状関数 $y = \cos(x)$ ： $(x=0 \sim \pi/2)$ を示し、同図(b)ではその導関数 $y' = -\sin(x)$ ： $(x=0 \sim \pi/2)$ を示す。

【0060】上記数式(2)において、 y 、 x は上記数式(1)の場合と同様であるが、 x の範囲は、 $0 \sim \pi/2$ である。なぜなら、幅のある位置における傾斜角度 θA を表す形状の導関数 y' が $y' = -\sin(x)$ となり、傾斜角度 θA が最大（マイナス表記なので最小）となる $x = \pi/2$ にて導関数 y' が極値（マイナス表記なので極小）を示すからである（同図(b)に示す点P1）。

【0061】導関数 y' が極値を示すということは、その付近での角度変化が小さく、傾斜角度 θA の存在比率が高いことを示す。従ってこの形状は、最大角度での傾斜角度分布が多いことを示している。

【0062】このように、三角関数形状は、理想形状で

ある放物線形状からのずれを生じている形状の中でも、比較的望ましい形状の1つであることがわかる。

【0063】なお、放物線形状や三角関数形状については、対称形を追加した形状でもよい。

【0064】図4は、対称形を追加した放物線形状（同図(a)）及び三角関数形状（同図(b)）を示す図である。

【0065】同図(a)に示すように、放物線形状①の凹凸の断面形状に対称形を追加した形状（以下、「放物線形状②」と称する）でも、放物線形状①と同じ傾斜角度分布となるため、この形状でも同じ効果が得られる。この形状は、下記数式(3)、(4)で表される。

【0066】

【数3】 $y = 2 - x^4$ ： $(x=0 \sim 1)$

【0067】

【数4】 $y = (x-2)^4$ ： $(x=1 \sim 2)$

上記数式(3)及び数式(4)の両曲線は、同図(a)に示す点P2($x=1$)にて繋がっている。

【0068】また、同図(b)に示すように、三角関数形状①の凹凸の断面形状に対称形を追加した形状（以下、「三角関数形状②」と称する）でも、三角関数形状①と同じ傾斜角度分布となるため、この形状でも同じ効果が得られる。この形状は、下記数式(5)で表される。

【0069】

【数5】 $y = 1 + \cos(x)$ ： $(x=0 \sim \pi)$

次に、このような単体の凹凸形状の理想形状からずれを生じている場合（三角関数形状①）のばらつかせ方に関し説明する。ばらつきの与え方としては、理想形状に極力近い形の傾斜角度分布とするようにばらつきを与える必要がある。そこで、本第2の実施の形態では、凹凸形状にばらつきを与える際、形状を変形させ、種々の傾斜角度分布のものを組み合わせて、理想形状に極力近い形の傾斜角度分布となるようにした。

【0070】形状の変形態様としては、理論上、次の4種類（態様(a)～(d)）が考えられる。

【0071】態様(a) 凹凸の高さを一定としたまま、凹凸の幅のみをばらつかせる

態様(b) 凹凸の幅を一定としたまま、凹凸の高さのみをばらつかせる

態様(c) 凹凸の幅と凹凸の高さとの乗算の結果（積）が略一定である関係を保ちながらばらつかせる

態様(d) 凹凸の幅と凹凸の高さを無関係にばらつかせる

なお、以降、便宜上、凹凸の高さは図1に示す凸部の高さ H を指し、凹凸の幅は図1に示す凸部の幅（径） B を指すものとする。

【0072】また、ばらつきの与え方に関し、基準となる凹凸（基本形状）の大きさ（高さ及び幅）を1とし、基本形状に対して0～2倍の範囲でばらつかせることと

(7)

特開2002-328209

11

した。これは、あまりにも変形が大きいと、理想的な傾斜角度分布から遠ざかり過ぎるからである。

【0073】さらに、ばらつきの分布に関しては、なめらかに変化させる方が理想的な傾斜角度分布に近づくため、正規分布とした。その際、あまりにも変動が大きいと理想状態に近づかないため、標準偏差は0.2程度とした。

【0074】以上の説明より明らかなように、本発明では、反射面の凹凸の設定に関し、「凹凸単体の形状」及び「凹凸形状のばらつき方」の2つの要素を関連づけて設計を行った。このような設計の考え方を取り入れることにより、回折を発生させることなく、優れた散乱特性を得ることが可能となった。

【0075】後述するように、凹凸形状が放物線形状であり、凹凸形状に、相似形によるばらつきを導入することが最も望ましい設計であることが見いだされた(第1の実施の形態)。また、製造コスト等の面から、理想的な形状である放物線形状からのずれが発生する場合に関しては、相似形ではなく、形状を変形してばらつきを導入することにより、理想形状に近い反射基板表面を設計することができることを見いだされた(第2の実施の形態)。本発明に基づき製造された光散乱反射基板は、回折がなく優れた反射散乱特性を有するので、反射エネルギーを所望の範囲にまとめることが可能であり、非常に明るく均一性に優れた表示を実現することができる。

【0076】(第1の実施の形態) まず、本発明の第1の実施の形態に係る光散乱反射基板を説明する。本実施の形態の実施例として、光散乱反射基板の表面の凹凸単体の形状を放物線形状とし、その凹凸形状を相似形によりばらつかせた光散乱反射基板を説明する(第1実施例)。また、第1実施例との比較のために比較例も説明する。

【0077】[比較例1] 比較例1は、ばらつきを全く導入しない場合の光散乱反射基板である。

【0078】図5は、レーザリトグラフィー法による光散乱反射基板表面の凹凸の形成工程を示す図である。

【0079】同図に示すように、ガラス板11を用意し、ガラス板11の表面に結像レンズ12で集光させたレーザ光を照射し、公知のレーザ加工(レーザリトグラフィー)法により、ガラス板11を蒸発除去して、ガラス板11の表面に凹凸パターン13を形成する。なお、加工用の形状データはあらかじめ加工装置を制御する不図示のコンピュータに記憶させている。

【0080】凹凸の断面形状は、放物線形状①に相当する $y = ax \times (1 - x^2)$ による形状で、半径が10 μm 、高さが1 μm の凹凸が均等配置されるように形成する。その後、Al(アルミニウム)を0.1 μm 蒸着し、光散乱反射基板とする。このようにして得られた光散乱反射基板は、凹凸の規則性に起因する回折光の発生が目視で確認され、光散乱反射基板としての使用には耐

12

えないものであった。

【0081】光散乱反射基板には使用できないが、さらに計測を行った。光散乱反射基板の表面をAFM(Atomic Force Microscope: 原子間力顕微鏡)で観察した。今回測定に使用したAFMは、測定した形状データを蓄積することが可能であり、このデータを用いることにより、凹凸形状と傾斜角度の存在比率とを求めることができる。

【0082】図6は、比較例1における凹凸断面形状と傾斜角分布と散乱特性との関係を示す図である。

【0083】同図(a)は凹凸単体の(凸部の右半分)の断面形状を示し、横軸が中心からの距離x(μm)、縦軸が凹凸の高さy(μm)を示す。同図(b)は傾斜角分布を示し、横軸が傾斜角度 θA (度)、縦軸が各傾斜角度 θA の存在比率(%)を示す。同図(c)は、散乱特性を示し、横軸が散乱角(度)(正反射方向からみた反射角度)、縦軸が散乱光強度比率(%)を示す。なお、同図(d)に、対象形を追加した形状(放物線形状②)の凹凸単体の断面形状を同図(a)に対応させて示した。

【0084】上記計測により求めた凹凸断面形状は、レーザ加工を行う際にコンピュータに記憶させた形状とほとんど同一であることが確認された。また、この断面形状の測定結果から、傾斜角分布を求めることができ、その結果は、同図(b)に示すように、傾斜角0~10度まで、傾斜角度の存在比率がほとんど均一であり、凹凸形状としては理想的なものであることがわかる。

【0085】次に、光散乱反射基板の散乱特性について光学的な測定を行った。ここでは、光散乱反射基板の凹凸のある表面側に液晶層(屈折率=1.5)を挟み、さらに対向ガラス基板(屈折率=1.5)を設置した。対向ガラス基板の表面には反射防止処理を行った。そして、平行光源から光を垂直に入射して、散乱光測定装置(大塚電子製LCD-5000)により光散乱反射基板に平行光を照射し、その反射散乱光を検出し、散乱光強度を測定した。なお、その際、特定角度にて発生している回折光の情報は除いている。また、正反射方向から5度以内の範囲の散乱光強度については、光源と受光センサとの各位置が互いに干渉するので測定していない。その結果、傾斜角分布が理想状態であることから、同図(c)に示すように、光の散乱強度比率は約3.4度までほとんど均一であり、回折光を除く散乱特性は非常に良い結果を示していることがわかる。

【0086】このように、レーザリトグラフィー法によって放物線形状①により凹凸面を形成でき、しかも、回折を除けば、その凹凸形状が、散乱特性上理想的な形状であることがわかった。

【0087】[第1実施例] 第1実施例では、凹凸形状は「比較例1」と同一の放物線形状①を採用し、且つ各凹凸形状にばらつきを導入した。製造方法は上記「比較

(8)

特開2002-328209

13

例1」の場合と同様に、レーザリトグラフィー法により行い、コンピュータに記憶させておく形状データにおいて、凹凸形状にばらつき態様を反映させる。

【0088】凹凸の断面形状は、放物線形状①に相当する $y = a \times (1 - x^2)$ による形状で、半径が10 μm 、高さが1 μm の凹凸を基準となる基本形状とし、この基本形状の存在比率が全体の中で最も高くなるように正規分布に従って分布するようにばらつかせて配置する。具体的には、全体の中で、基本形状に対して大きさ（高さ及び幅）が種々異なる相似形の凹凸が含まれるようにし、全凹凸の大きさの分布が、基本形状の凹凸の大きさを平均値とする正規分布に従うようにした。

【0089】なお、相似形には台同も含まれ、相似形のみによるばらつきがあることは、個々の凹凸における高さHと幅Bとの比が、全凹凸間で略同一であることを意味する。

【0090】これ以降、加工及び評価は「比較例1」の場合と同様に行った。

【0091】図7は、第1実施例における凹凸断面形状と傾斜角分布と散乱特性との関係を示す図である。同図(a)、(b)、(c)は、図6の(a)、(b)、(c)に対応する。なお、図7(a)では、基本形状、基本形状の2倍の大きさの形状、及び基本形状の1/2倍の大きさの形状のみを示した。

【0092】AFMによる上記計測により求めた凹凸断面形状は、レーザ加工を行う際にコンピュータに記憶させた形状とほとんど同一であることが確認された。さらに、全ての凹凸形状に関し傾斜角分布を求め、全てを集計化した結果、同図(b)に示すように、傾斜角0～10度まで、傾斜角の存在比率がほとんど均一であり、凹凸形状としては理想的なものであることがわかる。

【0093】また、光学的な測定による散乱特性については、同図(c)に示すように光の散乱強度が約3.4度程度までほとんど均一であり、散乱特性が非常に良いことがわかる。さらに、得られた光散乱反射基板は、目視で視認されるような回折光が発生していないことが確認された。

【0094】これらの結果は、ばらつきを導入しなかった場合の結果と同じ結果であるが、形状を相似形で変化させているので、当然の結果といえる。

【0095】図8は、光散乱反射基板の凹凸断面形状と凹凸のばらつき態様との組み合わせによる解析結果表を示す図である。同図は得られた光散乱反射基板の解析結果を数値化して評価したものである。評価項目としては、「散乱角」、「平均反射強度」、「強度不均一性」及び「回折の発生の有無」を下記のように定義して用いた。

【0096】ここで、「散乱角」(度)は、反射光の全エネルギーの90%が含まれる角度範囲であり、正反射

14

方向からの角度で表される。「平均反射強度」(%)は、散乱角度範囲内の平均光強度であり、全光量を100とし、角度を1度毎に変えて光量を算出した値の平均値である。「強度不均一性」(%)は、散乱角度範囲内の平均反射強度に対する差異の2乗平均であり、平均反射強度に対する割合%で表される。「回折の発生」の有無は、目視で確認される。

【0097】上記の中でも最も重要なのは、散乱光強度の均一性の尺度となる「強度不均一性」である。この「強度不均一性」の値が小さいほど散乱光強度が均一であり好ましい。

【0098】同図において「NO2」に示す「実施例1」の解析結果をみると、散乱角が3.1度、平均反射強度が2.9%、強度不均一性は3.5%となった。また、「NO1」に示す「比較例1」では「回折の発生」は「有り」であったが、「実施例1」では「回折の発生」は「無し」となった。なお、散乱角、平均反射強度、強度不均一性の値は「比較例1」の場合と変わりがなく、これは「実施例1」では相似形によるばらつきを与えたとすぎないからである。

【0099】本第1実施例によれば、凹凸の断面形状を放物線形状に形成したものを基本形状としたので、最も適切な散乱特性を実現することができる。しかも、基本形状からみて大小各種大きさの相似形の凹凸が混在するようにばらつかせたので、回折光の発生を防止することができる。その際、ばらつかせた個々の凹凸は基本形状の凹凸からみて相似形であるので、個々の凹凸は基本形状と同様の散乱特性を維持し、適切な散乱特性が確保になることがない。よって、回折の発生を抑制しつつ、均一性が高い良好な散乱特性を有する光散乱反射基板を得ることができる。

【0100】(第2の実施の形態)次に、本発明の第2の実施の形態に係る光散乱反射基板を説明する。本実施の形態の実施例として、光散乱反射基板の表面の凹凸単体の形状を三角関数形状①とし、その凹凸の高さを一定にして幅(径)のみをばらつかせた(態様(a))光散乱反射基板を説明する(第2実施例)。また、第2実施例との比較のために比較例も説明する。

【0101】[比較例2]比較例2は、ばらつきを全く導入しない場合の光散乱反射基板である。比較例2では、凹凸形状は三角関数形状①を採用し、且つ各凹凸形状にばらつきを導入した。製造方法は上記「比較例1」の場合と同様に、レーザリトグラフィー法により行い、コンピュータに記憶させておく形状データにおいて、凹凸形状にばらつき態様を反映させる。凹凸の断面形状は、三角関数形状①に相当する $y = a \times \cos(x)$ による形状とした。これ以降、加工及び評価は「比較例1」の場合と同様に行った。

【0102】図9は、比較例2における凹凸断面形状と傾斜角分布と散乱特性との関係を示す図である。同図

(9)

特開2002-328209

15

(a)、(b)、(c)、(d)は、図6の(a)、(b)、(c)、(d)に対応する。

【0103】AFMによる上記計測により求めた凹凸断面形状は、レーザ加工を行う際にコンピュータに記憶させた形状とほとんど同一であることが確認された。さらに、全ての凹凸形状に関し傾斜角度分布を求め、全てを統計化した結果、同図(b)に示すように、最大角度付近での傾斜角度の存在比率が高いことがわかる。また、光学的な測定による散乱特性については、同図(c)に示すように光の散乱強度が最大角度付近で高く、強度不均一性が高いことがわかる。さらに、得られた光散乱反射基板には回折光が発生している。

【0104】[第2実施例]第2実施例では、凹凸形状は「比較例2」と同一の三角関数形状④を採用し、且つ各凹凸形状にばらつきを導入した。製造方法は上記「比較例1」の場合と同様に、レーザリソグラフィー法により行い、コンピュータに記憶させておく形状データにおいて、凹凸形状にばらつき感を反映させる。

【0105】凹凸の断面形状は、三角関数形状④に相当する $y = a \times \cos(x)$ の形状で、半径が $10 \mu\text{m}$ 、高さが $1 \mu\text{m}$ の凹凸を基準となる基本形状とし、この基本形状の存在比率が全体の中で最も大きくなるように正規分布に従って分布するようにばらつかせて配置する。具体的には、凹凸の高さは全凹凸で略一定となるようにし、且つ、全体の中で、基本形状に対して幅(径)のみを種々変化した凹凸が含まれるようにし、全凹凸の幅の分布が、基本形状の凹凸の幅を平均値とする正規分布に従うようにした。また、基本形状の凹凸の示す散乱特性を全体として維持して、全体として理想形から遠ざかり過ぎないようにする観点から、正規分布における標準偏差は0.2程度とした。これ以降、加工及び評価は「比較例1」の場合と同様に行った。

【0106】図10は、第2実施例における凹凸断面形状と傾斜角分布と散乱特性との関係を示す図である。同図(a)、(b)、(c)は、図6の(a)、(b)、(c)に対応する。なお、図10(a)では、基本形状、基本形状の2倍の大きさの形状、及び基本形状の1/2倍の大きさの形状のみを示した。

【0107】AFMによる上記計測により求めた凹凸断面形状は、レーザ加工を行う際にコンピュータに記憶させた形状とほとんど同一であることが確認された。さらに、全ての凹凸形状に関し傾斜角度分布を求め、全てを統計化した結果、同図(b)に示すように、ばらつきを与えない場合の「比較例2」に比べ、最大角度付近での傾斜角度の存在比率が減少し、同図(c)に示すように、全体的にみて散乱強度の均一性が高まっていることがわかる。これは基本形状が三角関数形状の場合は、元々最大角度付近での散乱強度が突出して高かったため(図9(c))、幅にばらつきを与えることによりこの欠点が緩和され、むしろ利点になり、散乱強度の均一性

16

が高まるからであると考えられる。また、得られた光散乱反射基板には、目視で確認される回折光は発生しないことが確認された。

【0108】図8において「NO9」に示す「実施例2」の解析結果をみると、散乱角が27度、平均反射強度が3.3%、強度不均一性は14.8%となった。また、「NO7」に示す「比較例2」では「回折の発生」は「有り」であったが、「実施例2」では「回折の発生」は「無し」となった。なお、「比較例2」の場合は図示はしないが、散乱角が27度、平均反射強度が3.6%、強度不均一性が56.6%であるので、「実施例2」では、「比較例2」に比し、強度の均一性が大幅に向上していることがわかる。

【0109】このように、凹凸の断面形状を三角関数形状とした場合、高さを一定とし、幅(径)のみを正規分布に従ってばらつかせると、散乱強度の均一性が高まることがわかった。

【0110】本第2実施例によれば、凹凸の断面形状を三角関数形状に形成したものを基本形状とし、且つ基本形状からみて幅(径)のみを種々変化した凹凸の幅の分布が、基本形状の凹凸の幅を平均値とする正規分布に従うようにばらつかせた。正規分布としたことで、基本形状の全凹凸に占める割合を多くして、全体として理想形から遠ざかることをないようにでき、また、正規分布における標準偏差を0.2程度としたので、基本形状の凹凸の示す散乱特性を全体として維持して、全体として理想形から遠ざかり過ぎないようにすることができる。これにより、回折光の発生を防止することができ、その際、散乱強度の均一性が犠牲になることはなくむしろ高まるようにすることができる。すなわち、基本形状よりも散乱強度の均一性を高めてなおかつ回折光の発生を防止することができる。よって、回折の発生を抑制しつつ、均一性が高い良好な散乱特性を有する光散乱反射基板を得ることができる。

【0111】なお、本第2実施例では、放物線形状よりも製造が容易であり、コスト面や製造技術面で有利である。

【0112】[第3実施例]第3実施例では、凹凸形状は「第2実施例」と同一の三角関数形状④を採用し、且つ各凹凸形状にばらつきを導入した。基本形状は第2実施例と同様である。コンピュータに記憶させる形状データは異なるが、製造方法や評価方法は第2実施例の場合と同様である。

【0113】第2実施例では、基本形状に対して幅(径)のみを種々変化した凹凸が含まれるようにばらつかせたが、本第3実施例では、これとは逆に、幅(径)を一定として高さをばらつかせる(図11(b))。具体的には、凹凸の幅は全凹凸で略一定となるようにし、且つ、全体の中で、基本形状に対して高さのみを種々変化した凹凸が含まれるようにし、全凹凸

(10)

特開2002-328209

17

の高さの分布が、基本形状の凹凸の高さを平均値とする正規分布に従うようにした。なお、第2実施例と同様の観点から、正規分布における標準偏差は0.2程度とした。

【0114】図11は、第3実施例における凹凸断面形状と傾斜角分布と散乱特性との関係を示す図である。同図(a)、(b)、(c)は、図6の(a)、(b)、(c)に対応する。なお、図11(a)では、基本形状、基本形状の2倍の大きさの形状、及び基本形状の1/2倍の大きさの形状のみを示した。

【0115】同図(b)、(c)に示すように、第2実施例ほどではないものの、最大角度付近での傾斜角の存在比率が減少し、同図(c)に示すように、全体的にみて散乱強度の均一性が高まっていることがわかる。図8において「NO10」に示す「実施例3」の解析結果をみると、散乱角が29度、平均反射強度が3.0%、強度不均一性は16.9%となり、「回折の発生」は「無し」となった。

【0116】このように、凹凸の断面形状を三角関数形状とした場合、幅を一定とし、高さのみを正規分布に従ってばらつかせても、散乱強度の均一性が高まることがわかった。その作用は第2実施例の場合と同様と考えられる。

【0117】本第3実施例によれば、第2実施例ほどではないものの、回折を抑制しつつ良好な散乱特性を得ることができる。

【0118】【第4実施例】第4実施例では、凹凸形状は「第2実施例」と同一の三角関数形状①を採用し、且つ各凹凸形状にばらつきを導入した。基本形状は第2実施例と同様である。コンピュータに記憶させる形状データは異なるが、製造方法や評価方法は第2実施例の場合と同様である。

【0119】本第4実施例では、凹凸の幅と凹凸の高さとの乗算の結果(積)が略一定である関係を保ちながらばらつかせる(感様(c))。具体的には、凹凸の高さを基本形状に対してn倍したものについてはその幅を基本形状の1/n倍とする。このような組み合わせを複数種類設けて配置する。凹凸の高さの分布は、基本形状の凹凸の高さを平均値とする正規分布に従うようにした。そして、個々の凹凸においては、高さ及び幅との積が略同一の値となるように高さ及び幅を設定した。なお、第2実施例と同様の観点から、正規分布における標準偏差は0.2程度とした。

【0120】図12は、第4実施例における凹凸断面形状と傾斜角分布と散乱特性との関係を示す図である。同図(a)、(b)、(c)は、図6の(a)、(b)、(c)に対応する。なお、図12(a)では、基本形状、基本形状の2倍の大きさの形状、及び基本形状の1/2倍の大きさの形状のみを示した。

【0121】同図(b)、(c)に示すように、第2、

18

第3実施例ほどではないものの、最大角度付近での傾斜角の存在比率が減少し、同図(c)に示すように、全体的にみて散乱強度の均一性が高まっていることがわかる。図8において「NO11」に示す「実施例4」の解析結果をみると、散乱角が29度、平均反射強度が3.0%、強度不均一性は29.0%となり、「回折の発生」は「無し」となった。

【0122】このように、凹凸の断面形状を三角関数形状とした場合、凹凸の幅と凹凸の高さとの乗算の結果(積)が略一定である関係を保ちながらばらつかせても、散乱強度の均一性が高まることがわかった。その作用は第2実施例の場合と同様と考えられる。

【0123】本第4実施例によれば、第2、第3実施例ほどではないものの、回折を抑制しつつ良好な散乱特性を得ることができる。

【0124】【第5実施例】第5実施例では、凹凸形状は「第2実施例」と同一の三角関数形状①を採用し、且つ各凹凸形状にばらつきを導入した。基本形状は第2実施例と同様である。コンピュータに記憶させる形状データは異なるが、製造方法や評価方法は第2実施例の場合と同様である。

【0125】本第5実施例では、凹凸の幅と凹凸の高さとの無関係にばらつかせる(感様(d))。具体的には、凹凸の高さについてのみみれば、基本形状の凹凸の高さを平均値とする正規分布に従うようにし、凹凸の幅についてのみみれば、基本形状の凹凸の高さを平均値とする正規分布に従うようにし、個々の凹凸の高さと幅との組み合わせは無関係がなくランダムとなるようにした。なお、第2実施例と同様の観点から、両正規分布における標準偏差は0.2程度とした。

【0126】図13は、第5実施例における凹凸断面形状と傾斜角分布と散乱特性との関係を示す図である。同図(a)、(b)、(c)は、図6の(a)、(b)、(c)に対応する。なお、図13(a)では、基本形状のみを示した。

【0127】同図(b)、(c)に示すように、第2実施例ほどではないものの、最大角度付近での傾斜角の存在比率が減少し、同図(c)に示すように、全体的にみて散乱強度の均一性が高まっていることがわかる。図8において「NO12」に示す「実施例5」の解析結果をみると、散乱角が28度、平均反射強度が3.1%、強度不均一性は19.3%となり、「回折の発生」は「無し」となった。

【0128】このように、凹凸の断面形状を三角関数形状とした場合、凹凸の幅と凹凸の高さとの無関係にばらつかせても、散乱強度の均一性が高まることがわかった。その作用は第2実施例の場合と同様と考えられる。

【0129】本第5実施例によれば、第2実施例ほどではないものの、回折を抑制しつつ良好な散乱特性を得ることができる。

(11)

特開2002-328209

19

【0130】なお、第1の実施の形態では、第1実施例で、放物線形状と相似形によるばらつきとの組み合わせを採用したが、本発明者らは、放物線形状と凹凸の高さまたは幅のばらつきとの組み合わせについても検討した。一方、第2の実施の形態では、第2～第5実施例で、三角関数形状と凹凸の高さまたは幅のばらつきとの組み合わせを採用したが、本発明者らは、三角関数形状と相似形によるばらつきとの組み合わせについても検討した。上記各実施例との比較のため、以下、これらを比較例として述べる。

【0131】【比較例3】比較例3では、凹凸形状は「第1実施例」と同一の放物線形状⑩を採用し、且つ各凹凸形状に幅によるばらつきを導入した。基本形状は第1実施例と同様である。コンピュータに記憶させる形状データは異なるが、製造方法や評価方法は第1実施例の場合と同様である。比較例3では、上記態様(a)により、凹凸の高さを一定としたまま、凹凸の幅のみをばらつかせる。

【0132】図14は、比較例3における凹凸断面形状と傾斜角分布と散乱特性との関係を示す図である。同図(a)、(b)、(c)は、図6の(a)、(b)、(c)に対応する。なお、図14(a)では、基本形状、基本形状の2倍の大きさの形状、及び基本形状の1/2倍の大きさの形状のみを示した。

【0133】図8において「NO3」に示す「比較例3」の解析結果をみると、散乱角が2.9度、平均反射強度が3.0%、強度不均一性は17.7%となり、「回折の発生」は「無し」となった。図14(c)からもわかるように、実施例1に比較して、散乱強度の均一性が低くなっていることが明らかである。

【0134】このように、放物線形状において、高さを一定とし幅(径)のみをばらつかせる方法では、回折は防止できるものの、相似形でばらつかせる実施例1に比較して散乱強度の均一性が低くなり、好ましくないことがわかった。このような結果となったのは、基本形状が放物線形状のようなきわめて理想的なものは、個々の凹凸の形状自体にばらつきを与えるとそれがそのまま影響し、散乱強度の不均一性が高まってしまうからと考えられる。

【0135】ここで第2実施例の図10(c)と比較例3の図14(c)とを比較してみると、図14(c)では、角度が大きくなるにつれて散乱強度が落ちるその落ち方がゆるやかであり、従って均一性が悪い。一方、図10(c)では、角度が大きくなるにつれて落ちる散乱強度の落ち方が急激であり、散乱強度の均一性が高い。これは、上述したように、三角関数形状では、元々最大角度付近での散乱強度が突出して高いため(図9

(c))、幅にばらつきを与えることにより突出部分が緩和され、散乱強度の均一性が高まるからであると考えられる。従って、凹凸の幅をばらつかせる手法は、放物

20

線形状よりも三角関数形状により適しているといえる。

【0136】なお、このほか、凹凸形状に「第1実施例」と同一の放物線形状⑩を採用したものにおいて、凹凸のばらつかせ方に關し、上記態様(b)、態様(c)、態様(d)を適用したものも検討した。これらでは、回折は生じなかったが、図8の「NO4」、「NO5」、「NO6」にそれぞれ示すように、強度不均一性が15.1%、40.0%、26.3%となって散乱強度の均一性が低いことがわかった。

19 【0137】【比較例4】比較例4では、凹凸形状は「第2実施例」と同一の三角関数形状⑩を採用し、且つ各凹凸形状に相似形によるばらつきを導入した。基本形状は第2実施例と同様である。コンピュータに記憶させる形状データは異なるが、製造方法や評価方法は第2実施例の場合と同様である。比較例4では、全体の中で、基本形状に対して大きさが種々異なる相似形の凹凸が含まれるようにし、全凹凸の大きさの分布が、基本形状の凹凸の大きさを平均値とする正規分布に従うようにした。

20 【0138】図15は、比較例4における凹凸断面形状と傾斜角分布と散乱特性との関係を示す図である。同図(a)、(b)、(c)は、図6の(a)、(b)、(c)に対応する。なお、図15(a)では、基本形状、基本形状の2倍の大きさの形状、及び基本形状の1/2倍の大きさの形状のみを示した。

【0139】図8において「NO8」に示す「比較例4」の解析結果をみると、散乱角が2.7度、平均反射強度が3.6%、強度不均一性は56.6%となり、「回折の発生」は「無し」となった。図15(c)からもわかるように、実施例2(NO9)に比較して、散乱強度の均一性が低くなっていることが明らかである。

30 【0140】このように、三角関数形状において相似形によりばらつきをもたせると、回折は生じないものの、散乱強度の均一性が低くなり、好ましくないことがわかった。

【0141】以上の説明で明らかなように、最適な実施例は第1実施例で、次が第2実施例である。ただし、上記第2～第5実施例でも回折は生じないので、用途によっては採用の余地がある。例えば、三角関数形状を採用する場合において、製造上、高さ一定または幅一定すべき制約が生じる場合があっても、制約の中で最良の設計を行うことができる。

【0142】なお、コストや製造設備等の制約から、理想的な凹凸形状である放物線形状にできない場合であっても、その形状と凹凸のばらつかせ方を同時に考慮して設計することで、最良の凹凸形状を見出すことができる。これは三角関数形状に限られるものではない。

【0143】なお、第1、第2実施例は、対称形を追加した放物線形状⑩(図4(a))や三角関数形状⑩(図4(b))を採用した場合にも同様に適用することがで

50

(12)

特開2002-328209

21

きる。また、三角関数形状であれば、上記例示した形状に限られない。

【0144】なお、上記各実施の形態において、相似形によるばらつき、または幅、高さによるばらつきの分布態様として正規分布を例示し、正規分布では基本形状を平均値としたが、これは基本形状の存在比率を最大にするためであった。しかし、基本形状の存在比率が最大になるような分布に限定する趣旨ではなく、凹凸全体の形状の平均が基本形状であれば、理想の散乱特性に近い特性は得られる。従って、分布も正規分布に限定されるものではなく、他の確率分布に従った分布を採用してもよい。また、標準偏差も0.2に限定されるものではなく、光散乱反射基板の用途に応じて、また回折の程度に応じて設定すればよい。

【0145】なお、光散乱反射基板の凹凸の形成には公知の手法であるレーザーリトグラフィー法を用いるようにしたが、これに限るものではない。例えば、凹凸の幅のみをばらつかせる場合は、感光性樹脂を利用したフォトリソグラフ技術を用いるようにしてもよい。その場合は、フォトリソマスクにおいて種々の大きさの開口部が混在

【0146】

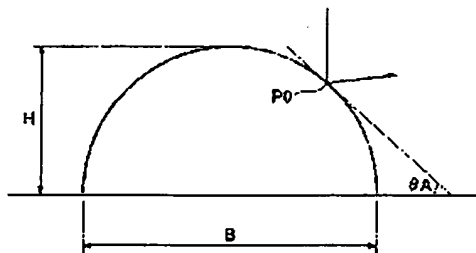
【発明の効果】以上説明したように、本発明の請求項1、2、4、6、8に係る光散乱反射基板、または請求項10～14に係る光散乱反射基板の製造方法によれば、回折を抑制しつつ良好な散乱特性を得ることができる。

【0147】本発明の請求項3、5、7、9に係る光散乱反射基板によれば、基準となる凹凸の全凹凸に占める割合を多くして、全体として理想形から遠ざかることのないようにし、基準となる凹凸における散乱強度の均一性を維持しつつ回折を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】傾斜角度と入射光の反射との関係を示す図である。

【図1】



22

*【図2】放物線形状の例（以下、「放物線形状①」と称する）及びその導関数を示す図である。

【図3】三角関数形状の例（以下、「三角関数形状①」と称する）及びその導関数を示す図である。

【図4】対称形を追加した放物線形状（同図（a））及び三角関数形状（同図（b））を示す図である。

【図5】レーザーリトグラフィー法による光散乱反射基板表面の凹凸の形成工程を示す図である。

【図6】比較例1における凹凸断面形状と傾斜角分布と散乱特性との関係を示す図である。

【図7】第1実施例における凹凸断面形状と傾斜角分布と散乱特性との関係を示す図である。

【図8】光散乱反射基板の凹凸断面形状と凹凸のばらつきの態様との組み合わせによる解析結果表を示す図である。

【図9】比較例2における凹凸断面形状と傾斜角分布と散乱特性との関係を示す図である。

【図10】第2実施例における凹凸断面形状と傾斜角分布と散乱特性との関係を示す図である。

【図11】第3実施例における凹凸断面形状と傾斜角分布と散乱特性との関係を示す図である。

【図12】第4実施例における凹凸断面形状と傾斜角分布と散乱特性との関係を示す図である。

【図13】第5実施例における凹凸断面形状と傾斜角分布と散乱特性との関係を示す図である。

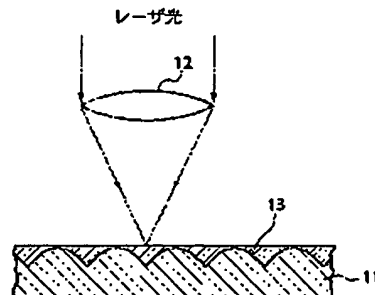
【図14】比較例3における凹凸断面形状と傾斜角分布と散乱特性との関係を示す図である。

【図15】比較例4における凹凸断面形状と傾斜角分布と散乱特性との関係を示す図である。

【符号の説明】

- 11 ガラス板
- 12 結像レンズ
- 13 凹凸パターン
- H 高さ
- B 幅

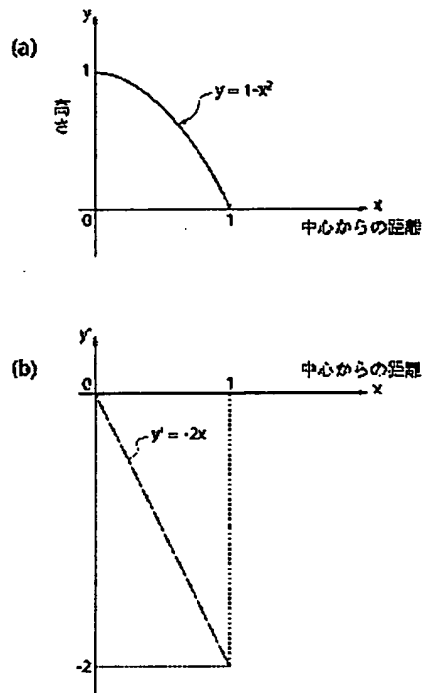
【図5】



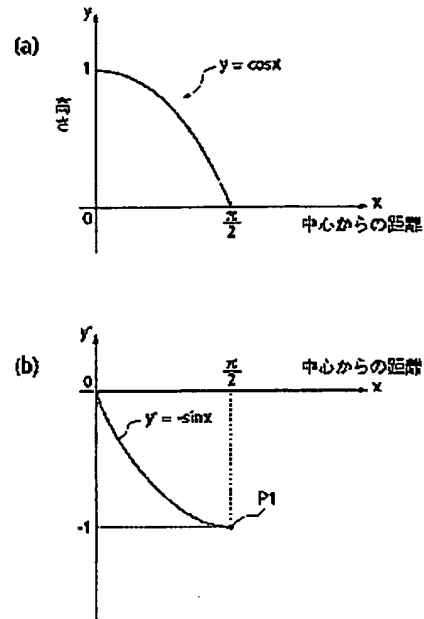
(13)

特開2002-328209

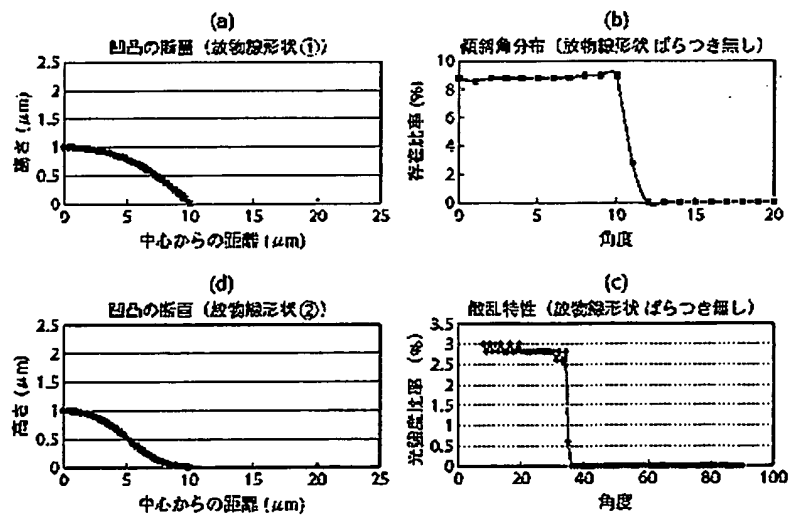
【图2】



【図3】



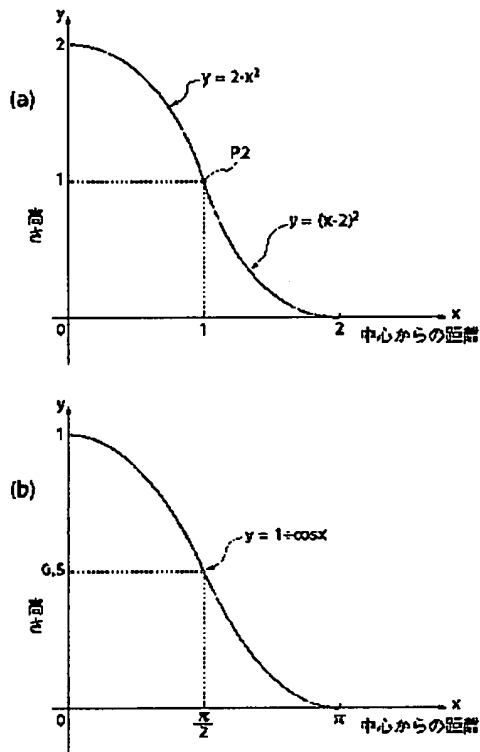
【图6】



(14)

特開2002-328209

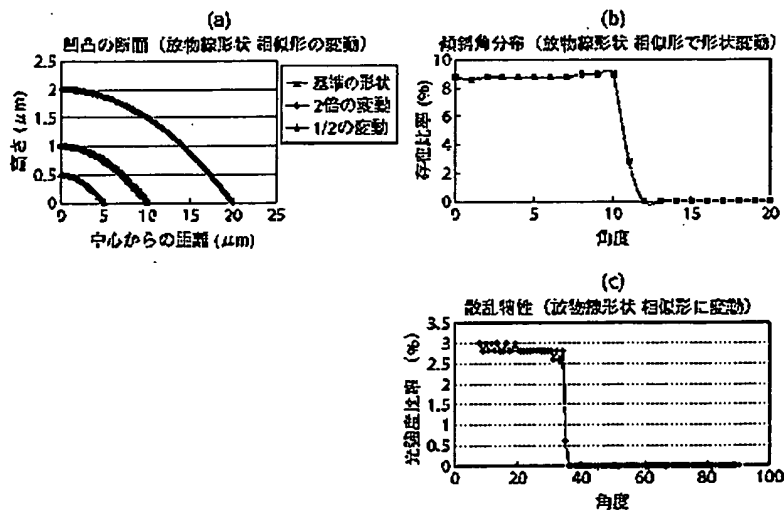
【図4】



【図8】

	放物線		三角関数	
H/W				
ばらつき無し				
目折の発生	No1	有り	No7	有り
相似形				
散乱角		31		27
平均反射強度		2.9		3.6
強度不均一性(%)	No2	3.5	No8	56.6
目折の発生		無し		無し
標準偏差=0.2 (高さとの関連: 巾のみ変動)				
散乱角		29		27
平均反射強度		3.0		3.3
強度不均一性(%)	No3	17.7	No9	14.8
目折の発生		無し		無し
標準偏差=0.2 (高さとの関連: 高さのみ変動)				
散乱角		32		29
平均反射強度		2.7		3.0
強度不均一性(%)	No4	15.1	No10	16.9
目折の発生		無し		無し
標準偏差=0.2 (高さとの関連: 高さn倍、巾1m倍 変動)				
散乱角		31		29
平均反射強度		2.8		3.0
強度不均一性(%)	No5	40.0	No11	29.0
目折の発生		無し		無し
標準偏差=0.2 (高さとの関連: 高さとの巾は無関係に変動)				
散乱角		30		28
平均反射強度		2.9		3.1
強度不均一性(%)	No6	26.3	No12	19.3
目折の発生		無し		無し

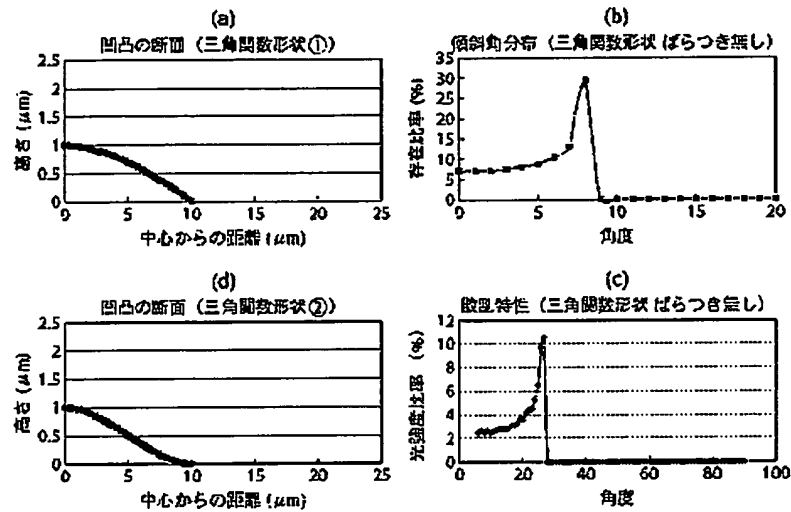
【図7】



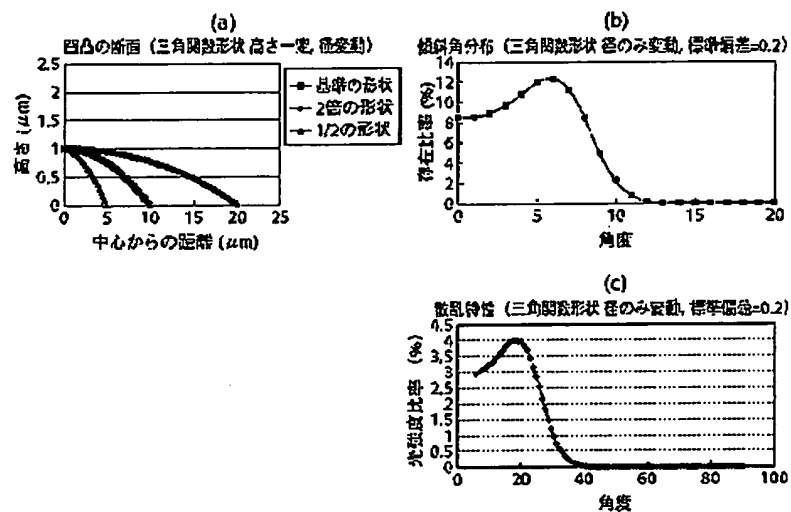
(15)

特開2002-328209

【図9】



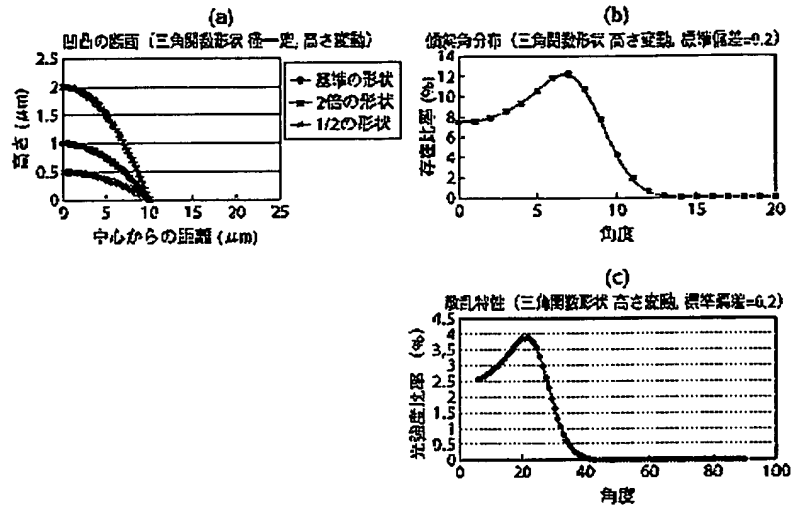
【図10】



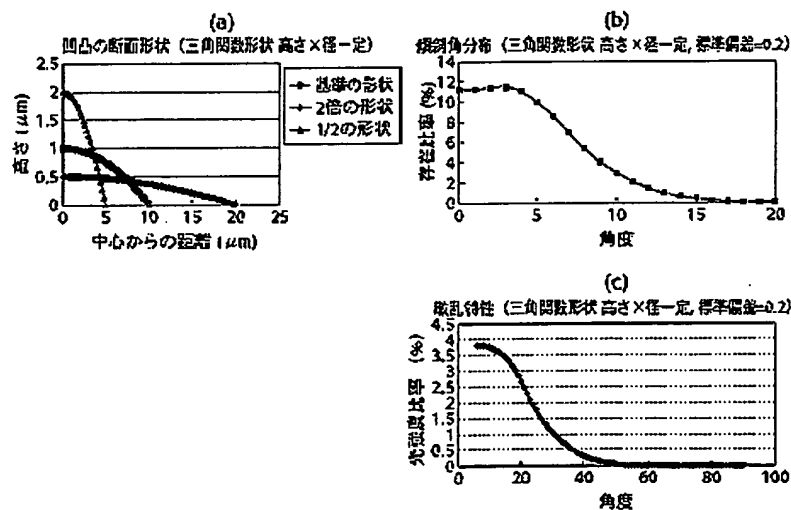
(15)

特開2002-328209

【図11】



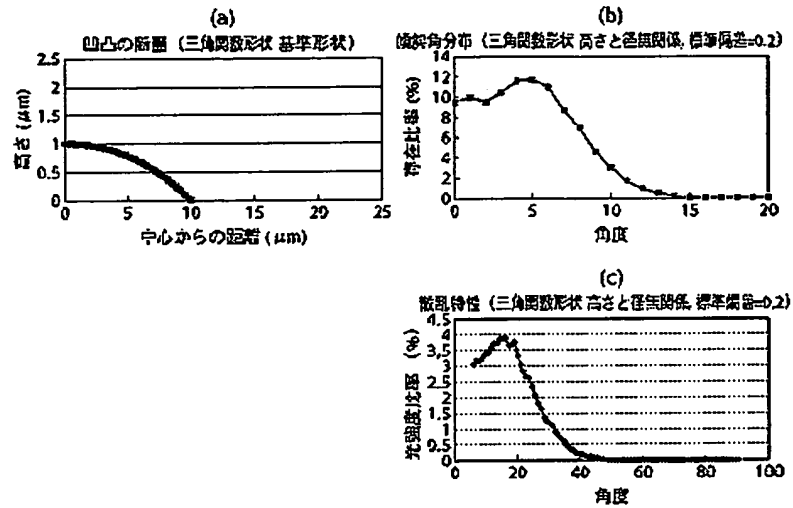
【図12】



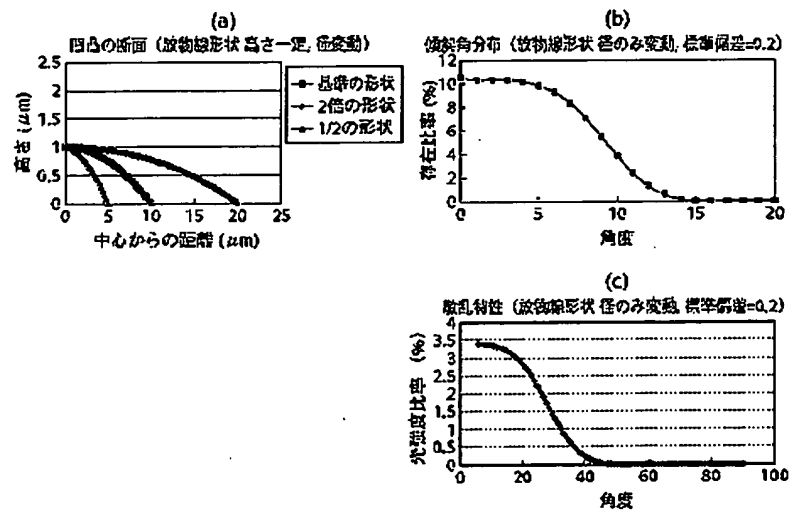
(17)

特開2002-328209

【図13】



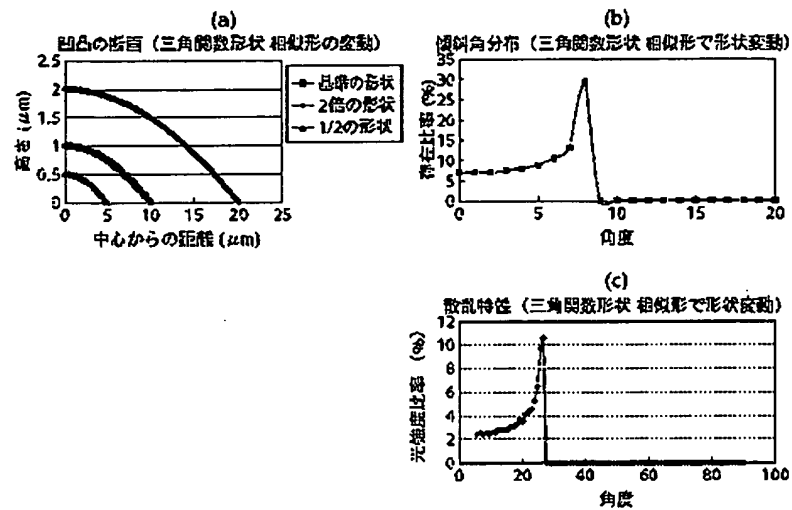
【図14】



(18)

特開2002-328209

【図15】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H042 BA04 BA15 BA20 DC08 DD01
 DE00
 2H091 FA16Z FB02 FB08 FC10
 FC25 KA10 LA12 LA18